

Partial translation of Japanese Laid-Open Patent Publication No.
Hei 11-84247

[0043]

Embodiments of the real image finder according to the present invention are described hereafter. Fig.1 is a sectional view of the essential part of Embodiment 1 of the present invention. In this figure, a real image finder system 11 comprises an optical objective system (objective lens system) 12, and an optical ocular system (eyepiece lens system) 13. The reference number 14 indicates the position of the pupil of a viewer (eye-point). The real image finder system 11 further comprises a finder view field frame (view field frame) 15 for delimiting the observation field, a reference axis 16 of the real image finder system 11, and a diaphragm SP.

[0044]

A monolithic optical element 17 that forms a part of the optical objective system 12 includes an entrance surface on which light flux falls to enter the transparent body, plural reflective surfaces having curvatures, and an exit surface for allowing the light flux to exit that is reflected on the plural reflective surfaces. Some of the plural reflective surfaces of the optical element 17 can be planar.

[0045]

The real image finder system of the present embodiment uses an optical objective system 12 to form an erect real image of an object near the finder view field frame 15 and the image is observed at the pupil position 14 through the optical ocular system 13.

[0046]

The optical element 17 of the present embodiment includes two refractive surfaces and four reflective surfaces altogether, along the reference axial rays (reference axis 16) and starting with the nearest to the object image, a first refractive surface R1 having negative power (refractive power), a first reflective surface R2 having positive power, a second reflective surface R3 having positive power, a third reflective surface R4 having positive power, a fourth reflective surface R5 having positive power, and a second refractive surface R6 having negative power.

[0047]

The refractive and reflective surfaces are all symmetrical relative the sheet plane (the YZ plane) and, therefore, the reference axis 16 is totally included in the YZ plane. The reference axes for the entrance and exit of the optical element 17 are parallel in the same direction. The reflective surfaces have reflective coatings. The optical element 17 has two side surfaces that are parallel with the sheet plane.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-84247

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 17/08

G 0 2 B 17/08

A

13/18

13/18

23/14

23/14

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-267737

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月12日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 関田 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

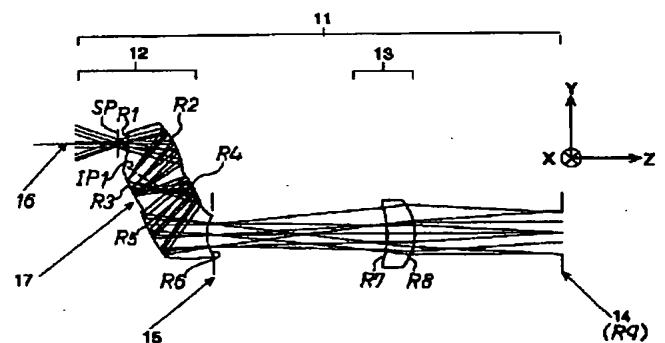
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 実像式ファインダー系

(57) 【要約】

【課題】 適切に設定した光学素子を用いることによって光学系全体の小型化、簡素化を図った実像式ファインダー光学系を得ること。

【解決手段】 対物レンズ系によって形成される物体像を接眼レンズ系で観察する実像式ファインダー系において該対物レンズ系は透明体の表面に光束が入射する入射面と、曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を射出する出射面とを一体に成形した光学素子を有していること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対物レンズ系によって形成される物体像を接眼レンズ系で観察する実像式ファインダー系において該対物レンズ系は透明体の表面に光束が入射する入射面と、曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を射出する出射面とを一体に成形した光学素子を有していることを特徴とする実像式ファインダー系。

【請求項 2】 前記光学素子と前記接眼レンズ系との間の所定面上に、該光学素子によって実像の物体像を形成していることを特徴とする請求項 1 の実像式ファインダー系。

【請求項 3】 前記光学素子は前記所定面上に正立の物体像を形成していることを特徴とする請求項 2 の実像式ファインダー系。

【請求項 4】 前記対物レンズ系と前記接眼レンズ系との間の光路中に観察視野を制限する視野枠を設けていることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 の実像式ファインダー系。

【請求項 5】 前記対物レンズ系は共軸光学系を有していることを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 の実像式ファインダー系。

【請求項 6】 前記接眼レンズ系は共軸光学系より成っていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の実像式ファインダー系。

【請求項 7】 前記接眼レンズ系は透明体の表面に光束が入射する入射面と、曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を射出する出射面とを一体に成形した光学素子を有していることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の実像式ファインダー系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は実像式ファインダー系に関し、特に対物レンズ系によって所定面上に形成された実像のファインダー像（物体像）を接眼レンズ系で観察するようにした実像式ファインダー系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、スチルカメラやビデオカメラ等のカメラのファインダー系として、逆ガリレオ式等の虚像式ファインダー系に代わり、視野枠（ファインダー視野枠）が明瞭に観察できる実像式ファインダー系が広く用いられて来ている。

【0003】実像式ファインダー系のレンズ構成としては、大別すると対物レンズ系、該対物レンズ系によって形成された被写体の逆像をポロプリズムやダハプリズム等のプリズムを用いて正立像に反転する正立光学系、そして正立光学系の後方に配置され、正立像と観察範囲を制限する為の視野枠とを同時に観察する接眼レンズ系と

により構成される一次結像式の実像式ファインダー系と、正立光学系として、プリズムを用いる代わりに、対物レンズ系にて結像された被写体の逆像を再結像する事により、逆像を正立像に変換する二次結像系を用いた二次結像式の実像式ファインダー系とがある。

【0004】また実像式ファインダー系のファインダー倍率は、一般的に以下の様に定義されている。

【0005】まず一次結像式の実像式ファインダー系では、対物レンズ系の焦点距離を f_o 、接眼レンズ系の焦点距離を f_e とした時に、ファインダー倍率 γ_1 は、 $\gamma_1 = f_o / f_e \cdots (1)$

で定義される。

【0006】これに対して、二次結像式の実像式ファインダー系では、対物レンズ系の焦点距離を f_o 、二次結像系の倍率を β 、接眼レンズ系の焦点距離を f_e とした時に、ファインダー倍率 γ_2 は、 $\gamma_2 = \beta \cdot f_o / f_e \cdots (2)$

で定義される。

【0007】即ち、二次結像式のファインダー系の倍率は、一次結像式のファインダー系の倍率に、二次結像系の倍率 β を掛け合わせた形であり、この二次結像倍率 β を任意に設定できる分、ファインダー倍率の設定自由度を広げることが出来る。

【0008】しかしながら、実像式ファインダー系の問題は、虚像式ファインダー系に対して視野枠が明瞭に見え、観察品位が高い反面、レンズ構成点数が原理的に多くなる。

【0009】即ち、虚像式ファインダー系の最小構成点数は、対物光学系、接眼レンズ系の 2 点であるが、実像式ファインダー系の最小構成点数は、対物光学系、正立光学系、接眼レンズ系の 3 点であり、組立及び調整工程の複雑化等の面で虚像式ファインダー系に劣っていた。

【0010】また、従来の実像式ファインダー系におけるレンズ枚数の削減方法としては、

- ・非球面レンズの導入
- ・プリズムとレンズの複合化

等がある。しかしながら非球面によるレンズ枚数削減にはおのずと限界があり、またプリズムとレンズの複合化は、プリズムの入射、若しくは射出面にフィールドレンズ作用を付加する程度に止まっていた。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、対物レンズ系と接眼レンズ系とを有する実像式ファインダー系において各レンズ系の構成要件、特に対物レンズ系の構成を適切に設定することによって光学系全体の小型化及び簡素化を図りつつ、ファインダー視野枠及びファインダー像（物体像）の双方の観察を良好に行うことのできるスチルカメラやビデオカメラ等に好適な実像式ファインダー系の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の実像式ファインダー系は、

(I-1) 対物レンズ系によって形成される物体像を接眼レンズ系で観察する実像式ファインダー系において該対物レンズ系は透明体の表面に光束が入射する入射面と、曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を射出する射出面とを一体に成形した光学素子を有していることを特徴としている。

【0013】特に、

(I-1-1) 前記光学素子と前記接眼レンズ系との間の所定面上に、該光学素子によって実像の物体像を形成していること。

【0014】(I-1-2) 前記光学素子は前記所定面上に正立の物体像を形成していること。

【0015】(I-1-3) 前記対物レンズ系と前記接眼レンズ系との間の光路中に観察視野を制限する視野枠を設けていること。

【0016】(I-1-4) 前記対物レンズ系は共軸光学系を有していること。

【0017】(I-1-5) 前記接眼レンズ系は共軸光学系より成っていること。

【0018】(I-1-6) 前記接眼レンズ系は透明体の表面に光束が入射する入射面と、曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を射出する射出面とを一体に成形した光学素子を有していること。等の特徴としている。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実像式ファインダー系には通常の光学系における光軸のごとき対称軸が存在しない。そこで本発明の実像式ファインダー系では共軸系の光軸に相当する“基準軸”を設定して、この基準軸をベースとして光学系中の諸要素の構成を記述する。

【0020】先ず基準軸の定義を説明する。一般的には物体面から像面にいたる基準となる基準波長の或る光線の光路をその光学系における“基準軸”と定義する。これだけでは基準となる光線が定まらないので、通常は以下の2つの原則のいずれかに則り基準軸光線を設定する。

【0021】・光学系に部分的にでも対称性を有する軸が存在し、収差のとりまとめが対称性よく行なうことができる場合にはその対称性を有する軸上を通る光線を基準軸光線とする。

【0022】・光学系に一般的に対称軸が存在しない時、あるいは部分的には対称軸が存在しても、収差のとりまとめが対称性よく行なえない時には、物体面中心（被撮影、被観察範囲の中心）から出て、光学系の指定される面の順に光学系を通り、光学系内の絞り中心を通る光線、又は光学系内の絞り中心を通過して最終像面の中心に至る光線を基準軸光線と設定し、その光路を基準軸とする。

【0023】このようにして定義される基準軸は一般的には折れ曲がっている形状となる。ここで、各面において各面と基準軸光線との交点を各面の基準点とし、各面の物体側の基準軸光線を入射基準軸、像側の基準軸光線を射出基準軸とする。

【0024】さらに、基準軸は方向（向き）を持つこととし、その方向は基準軸光線が結像に際して進行する方向とする。よって、入射、射出側に各々入射基準軸方向、射出基準軸方向が存在する。このようにして基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面に到達する。

【0025】なお、複数の面で構成された光学素子（光学系）においては、その最も物体側の面へ入射する基準軸光線をこの光学素子（光学系）の入射基準軸、最も像側の面から射出する基準軸光線をこの光学素子（光学系）の射出基準軸とする。又、これらの入射・射出基準軸の方向の定義は面の場合と同じである。

【0026】本発明の実施形態の説明に入る前に、実施形態の構成諸元の表し方及び実施形態全体の共通事項について説明する。

【0027】図7は本発明の光学系の構成データを定義する座標系の説明図である。本発明の実施形態では物体側から像面に進む1つの光線（図7中の一点鎖線で示すもので基準軸光線と呼ぶ）に沿ってi番目の面を第1面とする。

【0028】図7において第1面R1は絞り、第2面R2は第1面と共軸な屈折面、第3面R3は第2面R2に対してチルトされた反射面、第4面R4、第5面R5は各々の前面に対してシフト、チルトされた反射面、第6面R6は第5面R5に対してシフト、チルトされた屈折面である。第2面R2から第6面R6までの各々の面はガラス、プラスチック等の媒質の透明体の一部に設けて一つの光学素子を構成しており、図7中では第1光学素子B1としている。

【0029】従って、図7の構成では不図示の物体面から第2面R2までの媒質は空気、第2面R2から第6面R6まではある共通の媒質、第6面R6から不図示の第7面R7までの媒質は空気で構成している。

【0030】本発明の光学系は偏心光学系であるため光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本発明の実施形態においては先ず絞りである第1面の光線有効径の中心を原点とする“光学系の絶対座標系”を設定する。本発明では光学系の絶対座標系の各軸を以下のように定める。

【0031】Z軸：原点を通り第2面R2に向かう基準軸

Y軸：原点を通りチルト面内（図7の紙面内）でZ軸に対して反時計回りに90°をなす直線

X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な直線（図7の紙面

に垂直な直線)

又、光学系を構成する第 i 面の面形状を表すには、光学系の絶対座標系にてその面の形状を表記するより、基準軸と第 i 面が交差する基準点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表した方が形状を認識する上で理解し易い為、本発明の実施形態の数値データでは第 i 面の面形状をローカル座標系で表わす。

【0032】また、第 i 面の YZ 面内でのチルト角は光学系の絶対座標系の Z 軸に対して反時計回り方向を正とした角度 θ_i (単位°) で表す。よって、本発明の実施形態では各面のローカル座標の原点は図 7 中の YZ 平面上にある。また XZ および XY 面内での面のチルト、シフトはない。さらに、第 i 面のローカル座標 (x, y, z) の y, z 軸は光学系の絶対座標系 (X, Y, Z) に対して YZ 面内で角度 θ_i 傾いており、具体的には以下のように設定する。

【0033】 z 軸：ローカル座標の原点を通り、光学系の絶対座標系の Z 方向に対し YZ 面内において反時計方向に角度 θ_i をなす直線

y 軸：ローカル座標の原点を通り、 z 方向に対し YZ 面内において反時計方向に 90° をなす直線

x 軸：ローカル座標の原点を通り、 YZ 面に対し垂直な直線

また、 D_i は第 i 面と第 $(i+1)$ 面のローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量、 $N d_i$ 、 νd_i は第 i 面と第 $(i+1)$ 面間の媒質の屈折率とアッペ数である。なお、絞りや最終結像面も 1 つの平面として表示している。

【0034】本発明の実施形態は球面及び回転非対称の非球面を有している。その内の球面部分は球面形状としてその曲率半径 R_i を記している。曲率半径 R_i の符号は、曲率中心がローカル座標の z 軸プラス方向にある場合をプラスとし、 z 軸マイナス方向にある場合をマイナスとする。

【0035】ここで、球面は以下の式で表される形状である。

【0036】

【数 1】

$$z = \frac{(x^2 + y^2) / R_i}{1 + \{1 - (x^2 + y^2) / R_i^2\}^{1/2}}$$

また、本発明の光学系は少なくとも回転非対称な非球面を一面以上有し、その形状は以下の式により表す。

【0037】 $A = (a+b) \cdot (y^2 \cdot \cos^2 t + x^2)$

$$B = 2a \cdot b \cdot \cos t \{ [1 + (b-a) \cdot y \cdot \sin t / (2a \cdot b)] + [1 + (b-a) \cdot y \cdot \sin t / (a \cdot b)] - [y^2 / (a \cdot b)] - [4a \cdot b \cdot \cos^2 t + (a+b)^2 \sin^2 t] x^2 / (4a^2 b^2 \cos^2 t) \}^{1/2}$$

として

$$z = A/B + C_{02}y^2 + C_{11}xy + C_{20}x^2 + C_{03}y^3 + C_{12}xy^2 + C_{21}x^2y + C_{30}x^3 + C_{04}y^4 + C_{13}xy^3 + C_{22}x^2y^2 + C_{31}x^3y + C_{40}x^4 + \dots$$

尚、本発明における回転非対称な各面の形状は上記曲面式の x に関する偶数次の項のみを使用し、奇数次の項を 0 とすることにより、 yz 面を対称面とする面対称な形状としている。

【0038】また、以下の条件が満たされる場合は xz 面に対して対称な形状を表す。

【0039】 $C_{03} = C_{21} = t = 0$

さらに

$$C_{02} = C_{20} = C_{04} = C_{40} = C_{22} / 2$$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は回転非対称な形状である。

【0040】なお、数値データにおいて水平半画角 u_y とは図 7 の YZ 面内において第 1 面 R_1 に入射する光束の最大画角、垂直半画角 u_x とは XZ 面内において第 1 面 R_1 に入射する光束の最大画角である。

【0041】また、ファインダー系等の観察光学系における光学系の明るさは、アイポイントにおける開口を瞳径として示している。

【0042】また、構成データを挙げている実施例についてはその横収差図を示す。横収差図は、水平入射角、垂直入射角が夫々 (u_x, u_y) , $(u_x, 0)$, $(u_x, -u_y)$, $(0, u_y)$, $(0, 0)$, $(0, -u_y)$ となる入射角の光束の横収差を示す。横収差図においては、横軸は瞳への入射高さを表し、縦軸は収差量を表している。各実施例とも基本的に各面が yz 面を対称面とする面対称の形状となっている為、横収差図においても垂直画角のプラス、マイナス方向は同一となるので、図の簡略化の為に、マイナス方向の横収差図は省略している。また、収差図上において、実線は d 線における収差を示している。

【0043】次に本発明の実像式ファインダー系の各実施形態について説明する。図 1 は本発明の実施形態 1 の要部断面図である。図中、11 は実像式ファインダー系であり、対物光学系 (対物レンズ系) 12 と接眼光学系 (接眼レンズ系) 13 を有している。14 は観察者の瞳位置 (アイポイント)、15 は観察視野を制限するファインダー視野枠 (視野枠)、16 は実像式ファインダー系 11 の基準軸である。SP は絞りである。

【0044】17 は透明体の表面に光束が入射する入射面と、曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を射出する出射面とを一体成形した光学素子であり、対物光学系 12 の一要素を構成している。尚、光学素子 17 の複数の反射面のうち一部を平面より構成しても良い。

【0045】本実施形態の実像式ファインダー系では対物光学系 12 によってファインダー視野枠 15 近傍に正立で実像の物体像を形成し、該物体像を接眼光学系 13 を介して瞳位置 14 より観察している。

【0046】本実施形態の光学素子17は物体像から基準軸光線（基準軸16）に沿って順に負のパワー（屈折力）を有する第一屈折面R1、正のパワーを有する第一反射面R2、正のパワーを有する第二反射面R3、正のパワーを有する第三反射面R4、正のパワーを有する第四反射面R5、そして負のパワーを有する第二屈折面R6の、全体として2つの屈折面と4つの反射面とより構成している。

【0047】各屈折面及び各反射面はいずれも紙面（YZ面）に対して対称であり、従って基準軸16は全てYZ面に含まれる。そして光学素子17の入射基準軸の方向と射出基準軸の方向は平行でかつ同じ向きである。なお、各反射面には反射膜を加工している。又、光学素子17は紙面に平行な2つの側面をもっている。

【0048】次に本実施形態の実像式ファインダー系の結像作用について説明する。物体（不図示）からの光束（物体光束）はまず絞りSPを通過し光学素子17の第一屈折面R1に入射する。そして第一屈折面R1の有する負のパワー（屈折力）により物体光束は発散されつつ第一反射面R2に入射する。

【0049】第一反射面R2では、第一反射面R2の有する正のパワーにより、発散された物体光束を収束させ、第二反射面R3近傍の位置（中間結像面）IP1に物体像を中間結像させると共に、物体光束を第二反射面R3に入射させる為に、図1におけるY（-）・Z（-）方向に反射している。

【0050】中間結像面IP1に中間結像した物体像からの物体光束を第二反射面R3では、第三反射面R4に入射させる為に、図1におけるZ（+）方向に反射している。さらに第三反射面R4では、物体光束を第四反射面R5に入射させる為に、図1におけるY（-）・Z（-）方向に反射している。

【0051】次に第四反射面R5では、物体光束の主光線を基準軸16と略平行に射出するとともに、物体光束を第二屈折面R6に入射させる為に、図1におけるZ（+）方向に反射している。

【0052】第四反射面R5により反射された物体光束は、第二屈折面R6を屈折通過し、視野枠15近傍に物体像を中間結像している。

【0053】この時、視野枠15近傍に形成した物体像は、光学素子17内部における4回の反射と一回の中間結像により、正立像となっている。

【0054】次に、光学素子17の後方に配置した正のパワーを有する接眼レンズ系13によって視野枠15近傍に結像した物体像及び該視野枠15を同時に観察している。

【0055】この様に、本実施形態では透明体の表面に複数の曲率反射面を有した光学素子17を実像式ファインダー系の対物光学系に用いる事により、光学素子17の内部にて、複数の反射と中間結像を行うことで、一つ

の光学部材にて正立像を得て、これにより結果的にわずか二つの光学部材にて実像式ファインダー系を達成している。

【0056】尚、実施形態の構成データを〔数値データ1〕に、また収差図を図4に示す。

【0057】図2は本発明の実施形態2の要部断面図である。図中、21は実像式ファインダー系であり、対物光学系22、ミラー29、30、そして接眼光学系23を有している。24は観察者の瞳位置（アイポイント）、25はファインダー視野枠（視野枠）である。26は実像式ファインダー系の基準軸、SPは絞りである。

【0058】本実施形態は図1の実施形態に比べて対物光学系22に共軸レンズ28を新たに付加し、視野枠25と接眼レンズ23との間に光路折り曲げ用の2つのミラー29、30を設けて光学系のZ方向の長さを短縮している点が異なっており、その他の構成は基本的に同じである。

【0059】対物光学系22は、負のパワーを有する共軸レンズ28と、絞りSP、そして透明体の表面に複数の反射面と2つの屈折面により構成された光学素子27とにより構成している。

【0060】ここで光学素子27は、実施形態1と同様である。即ち負のパワーを有する第一屈折面R3、正のパワーを有する第一反射面R4、正のパワーを有する第二反射面R5、正のパワーを有する第三反射面R6、正のパワーを有する第四反射面R7、負のパワーを有する第二屈折面R8の、2つの屈折面と4つの反射面とより構成している。

【0061】次に本実施形態における結像関係を説明する。物体（不図示）からの光束（物体光束）はまず共軸レンズ28に入射し、共軸レンズ28の有する負のパワーにより物体光束は発散する。

【0062】次に、共軸レンズ28からの発散光は、絞りSPを通過し、光学素子27の第一屈折面R3に入射し、第一屈折面R3の有する負のパワーにより物体光束はさらに発散されつつ第一反射面R4に入射する。

【0063】第一反射面R4では、第一反射面R4の有する正のパワーにより、発散された物体光束を収束させ、第二反射面R5近傍の位置（中間結像面）IP1に物体像を中間結像させると共に、物体光束を第二反射面R5に入射させる為に、図2におけるY（-）・Z（-）方向に反射している。

【0064】中間結像面IP1に結像した物体像から物体光束を第二反射面R5では、第三反射面R6に入射させる為に、図2におけるZ（+）方向に反射し、さらに第三反射面R6では、物体光束を第四反射面R7に入射させる為に、図2におけるY（-）・Z（-）方向に反射している。

【0065】次に第四反射面R7では、物体光束の主光

線を基準軸 26 と略平行に射出するとともに、物体光束を第二屈折面 R8 に入射させる為に、図 2 における Z (+) 方向に反射している。

【0066】第四反射面 R7 により反射された物体光束は、第二屈折面 R8 を屈折通過し、視野枠 25 近傍に物体像を中間結像している。

【0067】この時、視野枠 25 近傍に結像した物体像は、光学素子 27 内部における 4 回の反射と一回の中間結像により、正立像となっている。

【0068】光学素子 27 の後方には、図 2 における Z 方向の長さを短縮する為に、平面ミラー 29・30 が配置されており、平面ミラー 29・30 にて、光学素子 27 から射出した光束を一旦 Y (+) 方向に跳ね上げた後、元の Z (+) 方向へ射出し、これによって、光学系の Z 方向の長さを短縮している。

【0069】次に、平面ミラー 30 の後方に配置した、正のパワーを有する接眼レンズ系 23 によって視野枠 25 近傍に結像した、物体像及び該視野枠 25 を同時に観察している。

【0070】尚、実施形態 2 の構成データを [数値データ 2] に、また収差図を図 5 に示す。図 3 は本発明の実施形態 3 の要部断面図である。図中、31 は実像式ファインダー系であり、対物光学系 32 と接眼光学系 33 を有している。34 は観察者の瞳位置 (アイポイント)、35 はファインダー視野枠 (視野枠)、36 は実像式ファインダー系 31 の基準軸である。SP は絞りである。

【0071】本実施形態は図 1 の実施形態 1 に比べて接眼レンズ系 33 に、透明体の表面に複数の反射面と 2 つの屈折面により構成された光学素子 38 を用いた点が異なっており、その他の構成は基本的に同じである。

【0072】対物光学系 32 は、実施形態 1 と同様の透明体の表面に複数の反射面と 2 つの屈折面により構成された光学素子 37 より成っている。光学素子 37 は、負のパワーを有する第一屈折面 R1、正のパワーを有する第一反射面 R2、正のパワーを有する第二反射面 R3、正のパワーを有する第三反射面 R4、正のパワーを有する第四反射面 R5、負のパワーを有する第二屈折面 R6 の、2 つの屈折面と 4 つの反射面とより構成している。

【0073】さらに、接眼レンズ系 33 は、透明体の表面に複数の反射面と 2 つの屈折面により構成された光学素子 38 より成っている。光学素子 38 は正のパワーを有する第一屈折面 R7、負のパワーを有する第一反射面 R8、正のパワーを有する第二反射面 R9、正のパワーを有する第二屈折面 R10 の、2 つの屈折面と 2 つの反射面とより構成している。

【0074】次に本実施形態における結像関係を説明する。物体 (不図示) からの光束 (物体光束) はまず絞り SP を通過し、光学素子 37 の第一屈折面 R1 に入射する。そして、第一屈折面 R1 の有する負のパワーにより

物体光束は発散されつつ第一反射面 R2 に入射する。

【0075】第一反射面 R2 では、第一反射面 R2 の有する正のパワーにより、発散された物体光束を収束させ、第二反射面 R3 近傍の位置 (中間結像面) IP1 に物体像を中間結像させると共に、物体光束を第二反射面 R3 に入射させる為に、図 3 における Y (-)・Z (-) 方向に反射している。

【0076】中間結像面 IP1 に中間結像した物体像からの物体光束を第二反射面 R3 では、第三反射面 R4 に入射させる為に、図 3 における Z (+) 方向に反射している。さらに第三反射面 R4 では、第四反射面 R5 に入射させる為に、図 3 における Y (-)・Z (-) 方向に反射している。

【0077】次に第四反射面 R5 では、物体光束の主光線を基準軸 36 と略平行に射出するとともに、第二屈折面 R6 に入射させる為に、図 3 における Z (+) 方向に反射している。

【0078】第四反射面 R5 により反射された物体光束は、第二屈折面 R6 を屈折通過し、視野枠 35 近傍に物体像を中間結像している。

【0079】この時、視野枠 35 近傍に結像した物体像は、光学素子 37 内部における 4 回の反射と一回の中間結像により、正立像となっている。

【0080】次に、光学素子 17 の後方に配置した、全体として正のパワーを有する光学素子 38 によって、視野枠 35 近傍に結像した物体像及び該視野枠 35 を同時に観察している。

【0081】即ち、視野枠 35 に結像した物体像からの光束は、まず光学素子 38 の第一屈折面 R7 より入射し、第一屈折面 R7 の有する正のパワーにより、収束されつつ第一反射面 R8 に入射する。

【0082】第一反射面 R8 では、物体光束を第二反射面 R9 に入射させる為に、図 3 における Y (+)・Z (-) 方向に反射している。

【0083】次に、第二反射面 R9 では、物体光束を第二屈折面 R10 に入射させる為に、図 3 における Z (+) 方向に反射している。そして、第二屈折面 R10 の正のパワーにより略平行に射出した光線は、アイポイント 34 におかれた観察者の瞳に入射し、観察者は視野枠 35 近傍に形成した物体像をしている。

【0084】本実施形態では透明体の表面に複数の曲率反射面を有した光学素子を対物光学系、及び接眼レンズ系に用いることにより、構成点数を増加することなく、実像式ファインダー系の Z 方向の光学全長短縮を効果的に図っている。

【0085】尚、実施形態 3 の構成データを [数値データ 3] に、また収差図を図 6 に示す。

【0086】尚、以上の各実施形態で用いた光学素子は、反射面が 2 つ又は 4 つある場合を示したが、この数に限定されるものではなく、いくつあっても良い。次

に、各実施形態における数値データを以下に示す。

[数値データ 1]

ファインダー倍率 0.19倍
 水平半画角 20.0°
 垂直半画角 15.3°
 瞳径 $\phi 6.00$
 設計距離 -2m
 観察視度 -1dpt

i	Yi	Zi	θ_i	Di	Ndi	ν_{di}	
1	0.00	0.00	0.00	5.00	1.49171	57.40	屈折面
2	0.00	5.00	25.00	7.30	1.49171	57.40	反射面
3	-5.59	0.31	25.00	6.80	1.49171	57.40	反射面
4	-5.59	7.11	25.00	7.20	1.49171	57.40	反射面
5	-11.11	2.48	25.00	6.00	1.49171	57.40	反射面
6	-11.11	8.48	0.00	19.54	1		屈折面
7	-11.11	28.02	0.00	3.00	1.49171	57.40	屈折面
8	-11.11	31.02	0.00	16.00	1		屈折面
9	-11.11	47.02	0.00	0.00	1		アイポイント

球面形状

R8面 $r_8 = -6.7158$

R9面 $r_9 = \infty$

非球面形状

R1面 $r = -3.505$

$A = 4.00788e-02$

R6面 $r = 6.778$

$A = 3.17896e-03$

R7面 $r = -14.548$

$A = -4.48162e-04$

自由曲面形状

R2面 $C02 = -5.4033e-02$ $C20 = -2.6062e-02$

$C03 = 6.6358e-04$ $C21 = -9.3876e-04$

$C04 = 2.8534e-04$ $C22 = 9.0428e-04$ $C40 = 7.2117e-04$

R3面 $C02 = 5.0283e-02$ $C20 = 2.3883e-02$

$C03 = 1.0768e-03$ $C21 = -1.1782e-03$

$C04 = -3.4946e-03$ $C22 = 8.1276e-04$ $C40 = 2.9412e-04$

R4面 $C02 = -2.9209e-02$ $C20 = -8.2323e-02$

$C03 = -1.0298e-03$ $C21 = 4.9421e-03$

$C04 = -4.3349e-04$ $C22 = -2.2671e-03$ $C40 = 4.9243e-03$

R5面 $C02 = 2.4194e-02$ $C20 = 8.1204e-02$

$C03 = -2.5646e-04$ $C21 = 2.2422e-04$

$C04 = 1.6207e-04$ $C22 = 1.1174e-03$ $C40 = 6.8715e-04$

[数値データ 2]

ファインダー倍率 0.25倍
 水平半画角 20.0°
 垂直半画角 15.3°
 瞳径 $\phi 6.00$
 設計距離 -2m
 観察視度 -1dpt

i	Yi	Zi	θ_i	Di	Ndi	ν_{di}
---	----	----	------------	----	-----	------------

1	0.00	0.00	0.00	1.00	1.49171	57.40	屈折面
2	0.00	1.00	0.00	2.00	1		屈折面
3	0.00	3.00	0.00	6.00	1.49171	57.40	屈折面
4	0.00	9.00	25.00	7.00	1.49171	57.40	反射面
5	-5.36	4.50	25.00	6.80	1.49171	57.40	反射面
6	-5.36	11.30	25.00	7.00	1.49171	57.40	反射面
7	-10.72	6.80	25.00	5.50	1.49171	57.40	反射面
8	-10.72	12.30	0.00	6.00	1		屈折面
9	-10.72	18.30	-45.00	8.00	1		反射面
10	-2.72	18.30	-45.00	4.18	1		反射面
11	-2.72	22.48	0.00	3.00	1.49171	57.40	屈折面
12	-2.72	25.48	0.00	16.00	1		屈折面
13	-2.72	41.48	0.00	0.00	1		アイポイント

球面形状

R1面 r 1= 1.332

R2面 r 2= 0.738

R9面 r9=∞

R10面 r10=∞

R12面 r12= -6.126

R13面 r13=∞

非球面形状

R3面 r= 7.531

A= 1.80373e-02

R8面 r= 8.786

A= 1.87561e-03

R11面 r= -12.417

A= -6.80831e-04

自由曲面形状

R4面 C02=-4.7870e-02 C20=-2.6857e-02

C03= 5.3526e-04 C21= 2.8119e-04

C04= 3.2480e-04 C22= 1.3955e-03 C40= 1.0926e-03

R5面 C02= 3.9176e-02 C20= 2.4159e-02

C03= 5.5765e-04 C21=-4.0235e-04

C04=-2.3054e-03 C22= 1.0747e-03 C40= 3.0238e-04

R6面 C02=-3.3927e-02 C20=-8.2517e-02

C03=-2.4387e-03 C21= 2.0406e-03

C04= 8.8519e-04 C22=-3.2629e-03 C40= 6.0263e-03

R7面 C02= 2.6417e-02 C20= 7.5520e-02

C03=-2.5830e-04 C21=-3.3757e-04

C04= 4.9673e-05 C22= 1.2106e-03 C40= 7.5567e-04

[数値データー 3]

ファインダー倍率 0.33倍

水平半画角 20.0°

垂直半画角 15.3°

瞳径 φ4.00

設計距離 -2m

観察視度 -1dpt

i	Yi	Zi	θi	Di	Ndi	νdi
1	0.00	0.00	0.00	5.00	1.49171	57.40 屈折面
2	0.00	5.00	25.00	6.20	1.49171	57.40 反射面

3	-4.75	1.01	25.00	6.00	1.49171	57.40	反射面
4	-4.75	7.01	25.00	6.50	1.49171	57.40	反射面
5	-9.73	2.84	25.00	5.00	1.49171	57.40	反射面
6	-9.73	7.84	0.00	1.91	1		屈折面
7	-9.73	9.75	0.00	7.00	1.49171	57.40	屈折面
8	-9.73	16.75	-30.00	8.00	1.49171	57.40	反射面
9	-2.80	12.75	-30.00	6.00	1.49171	57.40	反射面
10	-2.80	18.75	0.00	16.00	1		屈折面
11	-2.80	34.75	0.00	0.00	1		アイポイント

球面形状

R7面 $r_7=1210.842$ R10面 $r_{10}=-9.040$ R11面 $r_{11}=\infty$

非球面形状

R1面 $r=178.107$ $A=5.79370e-03$ R6面 $r=-35.801$ $A=2.11550e-03$

自由曲面形状

R2面 $C02=-4.3598e-02$ $C20=-2.3671e-02$ $C03=3.5344e-04$ $C21=-5.1871e-04$ $C04=8.1616e-05$ $C22=8.7616e-04$ $C40=8.3888e-04$ R3面 $C02=3.8313e-02$ $C20=2.8029e-02$ $C03=2.0334e-03$ $C21=-6.0020e-04$ $C04=-3.4946e-03$ $C22=8.1276e-04$ $C40=2.9412e-04$ R4面 $C02=-2.3808e-02$ $C20=-1.0028e-01$ $C03=2.3405e-04$ $C21=5.5519e-03$ $C04=-4.3349e-04$ $C22=-2.2671e-03$ $C40=4.9243e-03$ R5面 $C02=2.8675e-02$ $C20=6.7312e-02$ $C03=4.8438e-04$ $C21=7.3805e-04$ $C04=1.6207e-04$ $C22=1.1174e-03$ $C40=6.8715e-04$ R8面 $C02=-9.5059e-04$ $C20=1.1416e-02$ $C03=5.3111e-06$ $C21=8.6806e-15$ $C04=1.8950e-04$ $C22=5.3519e-04$ $C40=-1.3052e-03$ R9面 $C02=3.8125e-03$ $C20=4.7250e-03$ $C03=-3.4766e-06$ $C21=9.0249e-05$ $C04=-8.2101e-22$ $C22=-1.6233e-24$ $C40=-4.0982e-04$

【0087】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、対物レンズ系と接眼レンズ系とを有する実像式ファインダー系において各レンズ系の構成要件、特に対物レンズ系の構成を適切に設定することによって光学系全体の小型化及び簡素化を図りつつ、ファインダー視野枠及びファインダー像（物体像）の双方の観察を良好に行うことのできるスチルカメラやビデオカメラ等に好適な実像式ファインダー系を達成することができる。

【0088】特に、本発明によれば、対物光学系及び接眼レンズ系より構成される実像ファインダーの対物光学系に、曲率反射面を有する光学素子を配置することにより、実像ファインダーの最小構成点数を虚像ファインダ

ーと同等の2点とすることが出来、コスト及び組立・調整工程の複雑化等の問題を解決できるという効果がある。

【0089】また光学素子の構成を工夫することにより、光学素子と接眼レンズ系との間に正立像を形成し、この正立像と正立像の近傍に配置された視野枠とを同時に観察することが可能な、実像ファインダーを提供することが出来るという効果がある。

【0090】また、実像ファインダーの適所に共軸光学系を配置する事により、光学性能の向上を図ることが出来るという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の要部断面図

【図 2】本発明の実施形態 2 の要部断面図

【図 3】本発明の実施形態 3 の要部断面図

【図 4】本発明の実施形態 1 の収差図

【図 5】本発明の実施形態 2 の収差図

【図 6】本発明の実施形態 3 の収差図

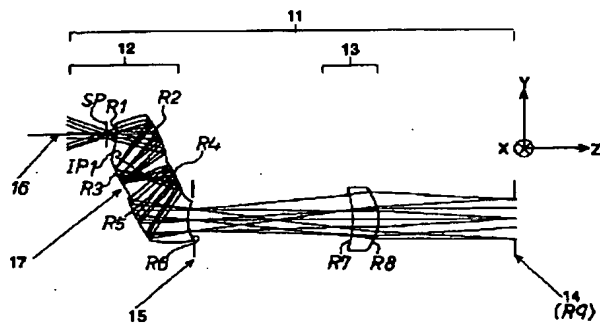
【図 7】本発明における座標系の説明図

【符号の説明】

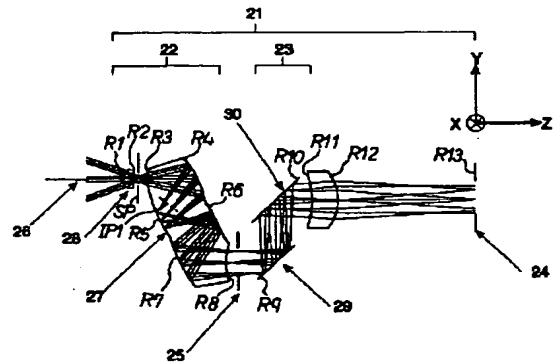
11, 21, 31 実像式ファインダー系

12, 22, 32 対物レンズ系
13, 23, 33 接眼レンズ系
17, 27, 37, 38 光学素子
15, 25, 35 視野枠
14, 24, 34 アイポイント
16, 26, 36 基準軸
SP 絞り

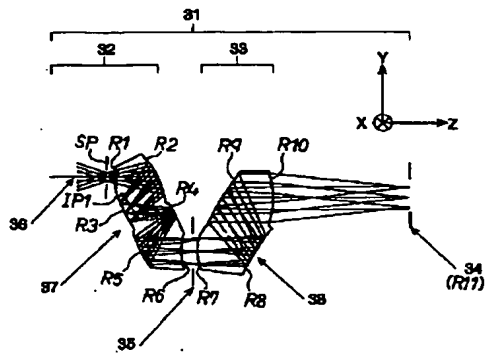
【図 1】



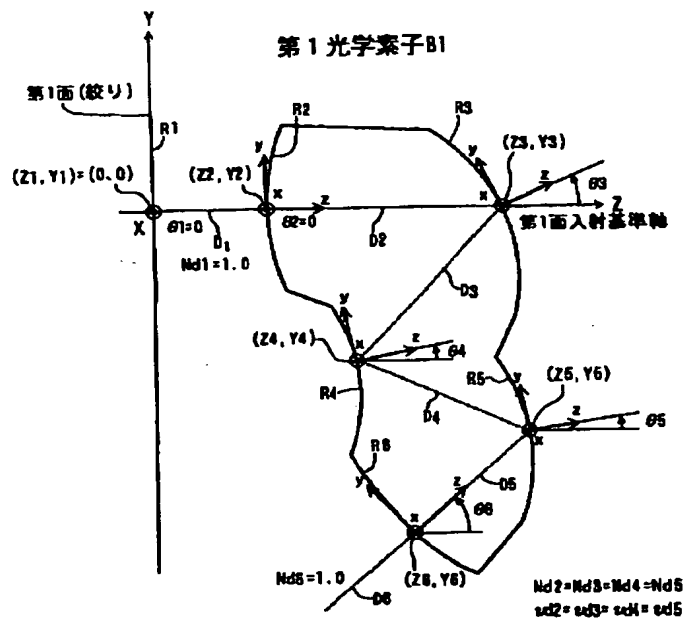
【図 2】



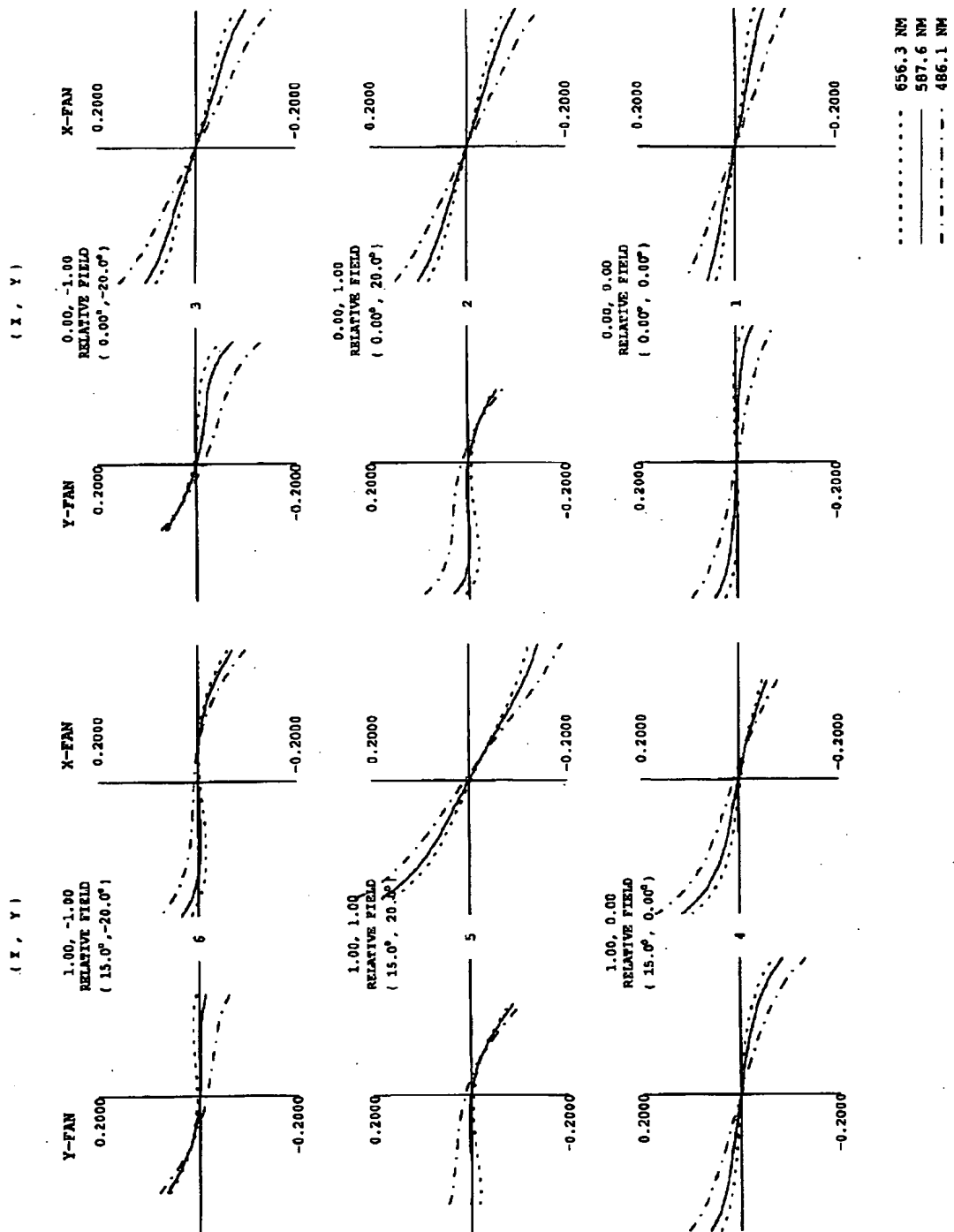
【図 3】



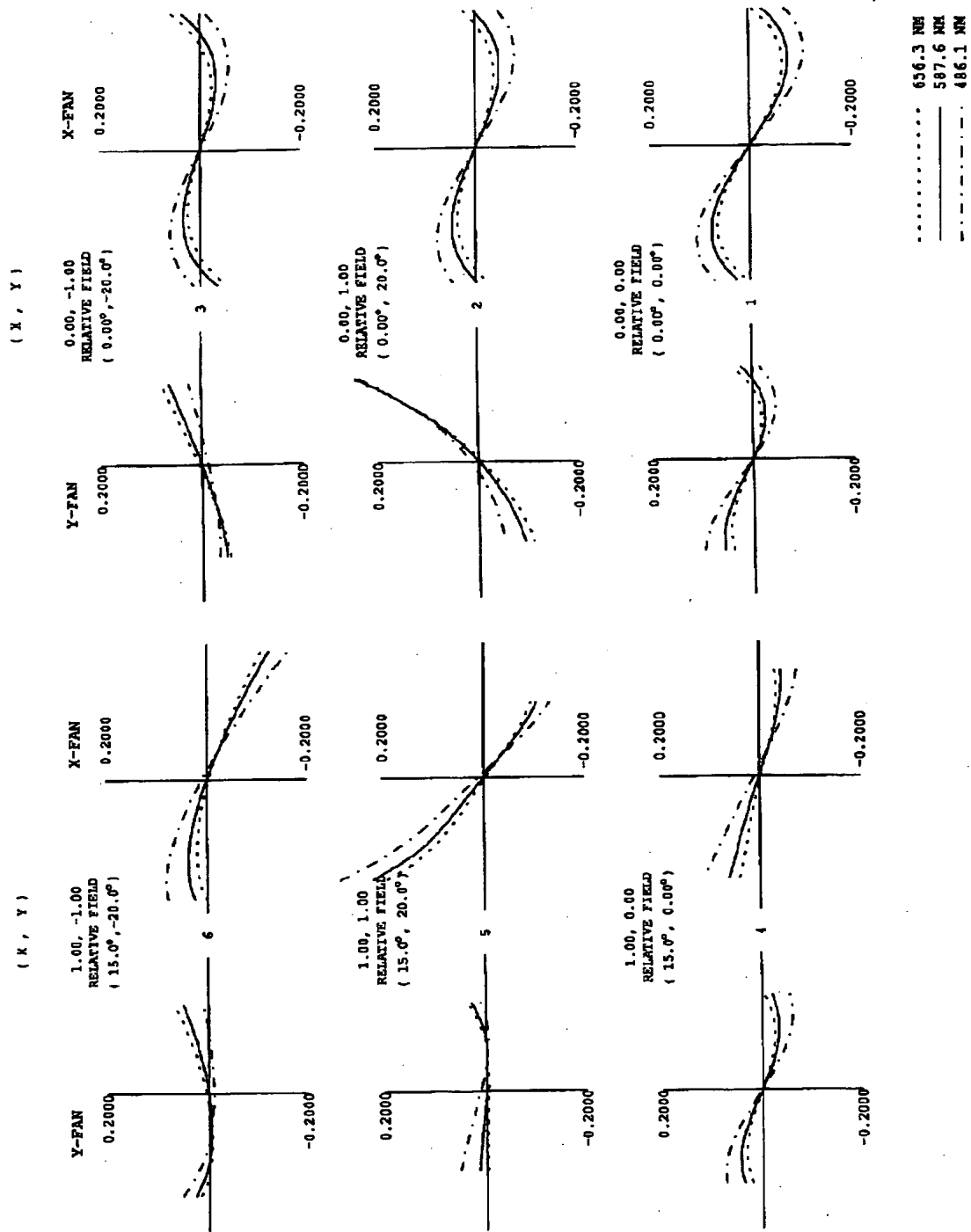
【図 7】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

